

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Кубанский государственный университет»  
Факультет химии и высоких технологий

УТВЕРЖДАЮ  
Проректор по учебной работе,  
качеству образования – первый  
проректор

Хагуров Г.А.

подпись

« 29 » мая 2020 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

### ***Б1.В.04 НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ***

Направление подготовки/специальность 04.03.01 Химия

Направленность (профиль) - Неорганическая химия и химия  
координационных соединений

Форма обучения - очная


Квалификация (степень) выпускника – бакалавр

Краснодар 2020


Рабочая программа дисциплины **НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ** составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки - 04.03.01 Химия.

Программу составил А.И. Офлиди, доцент, канд. хим. наук 


Рабочая программа дисциплины **НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ** утверждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (разработчика) протокол № 10 «15» 05 2020г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н. 

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры общей, неорганической химии и информационно-вычислительных технологий в химии (выпускающей) протокол № 10 «15» 05 2020 г.

Заведующий кафедрой общей, неорганической химии и ИВТ в химии д.х.н., профессор Буков Н.Н. 

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета химии и высоких технологий протокол № 5 «25» 05 2020 г.

Председатель УМК факультета к.х.н. Беспалов А.В. 

Рецензент:

Фролов В.Ю., директор ООО «Ланэс», канд. хим. наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины**

### **1.1 Цель освоения дисциплины**

Целью учебной дисциплины «Направленный синтез неорганических и координационных соединений» является освоение студентами теоретических представлений различных методов синтеза неорганических соединений, в частности электрохимического синтеза как современного перспективного метода, методы разделения и очистки веществ, освоение методологии осуществления целенаправленного синтеза.

### **1.2 Задачи дисциплины**

- раскрыть роль синтетической неорганической химии в решении проблемы создания материалов с необходимыми свойствами для современного производства, науки и техники;
- показать возможности электрохимического метода синтеза, как метода получения соединений с заданными свойствами;
- закрепить умение и навыки правильного обращения с лабораторным оборудованием, специальной химической посудой, реактивами и т. д.;
- познакомить студентов с основными методами получения и очистки неорганических соединений и важнейшими лабораторными и промышленными операциями и приемами, которые используются в синтезе неорганических материалов;
- закрепить навыки соблюдения норм охраны труда и правил безопасной работы при работе в химической лаборатории.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы**

Дисциплина «НАПРАВЛЕННЫЙ СИНТЕЗ НЕОРГАНИЧЕСКИХ И КООРДИНАЦИОННЫХ СОЕДИНЕНИЙ» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана направления подготовки 04.03.01 «Химия».

Данный курс опирается на знания, полученные при изучении дисциплин: «Неорганическая химия», «Кристаллография», «Химия координационных соединений».

Знания, приобретенные при освоении курса, могут быть использованы при решении различных задач по дисциплинам «Перспективные неорганические материалы со специальными функциями», «Химия твердого тела», а также при выполнении выпускной квалификационной работы.

## 1.4 Требования к уровню освоения дисциплины

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных компетенций:

№ п.п.	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны		
			знать	уметь	владеть
1	ПК-1	Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов	теоретические аспекты прямого синтеза и основы физико-химических методов анализа координационных соединений	планировать химический эксперимент, формировать научный подход к выбору методов синтеза соединений с заданными свойствами и их идентификацию совокупностью физико-химических методов	приемами выбора оптимальных условий и параметров для получения и выделения целевого продукта и его исследования
2	ПК-4	Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять их области возможного применения	теории фундаментальных разделов теоретической неорганической химии, химии элементов, электрохимии и физической химии	применять на практике теоретические знания, для планирования и проведения эксперимента	практическими приемами применения междисциплинарных знаний для решения поставленной задачи

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 4 зач.ед. (144 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице (для студентов ОФО).

Вид учебной работы	Всего часов	Семестры (часы)			
		6			
<b>Контактная работа, в том числе:</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>			
<b>Аудиторные занятия (всего):</b>	<b>68</b>	<b>68</b>			
Занятия лекционного типа	34	34		-	-
Лабораторные занятия	34	34		-	-
Занятия семинарского типа (семинары, практические занятия)	-	-		-	-
	-	-		-	-
<b>Иная контактная работа:</b>					
Контроль самостоятельной работы (КСР)	20	20			
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3	0,3			
<b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>	<b>29</b>	<b>29</b>			
<i>Курсовая работа</i>	6	6		-	-
<i>Проработка учебного (теоретического) материала</i>	12	12		-	-
<i>Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)</i>	-	-		-	-
<i>Реферат</i>	-	-		-	-
Подготовка к текущему контролю	11	11		-	-
<b>Контроль:</b>					
Подготовка к экзамену	26,7	26,7			
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>час.</b>	<b>144</b>	<b>144</b>		-
	<b>в том числе контактная работа</b>	<b>88,3</b>	<b>88,3</b>		
	<b>зач. ед</b>	<b>4</b>	<b>4</b>		

## 2.2 Структура дисциплины:

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 6 семестре (очная форма)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	
1	2	3	4	5	6	7
1.	Теоретические основы синтеза неорганических и координационных соединений	22	8	-	8	6
2.	Методы направленного синтеза неорганических и координационных соединений	27	10	-	10	7
3.	Введение. История и становление электрохимического синтеза. Основные понятия и законы электрохимии.	12	4	-	4	4
4.	Первичные и вторичные процессы при электрохимическом синтезе. Основные преимущества и недостатки электрохимического синтеза.	12	4	-	4	4
5.	Аппаратное оформление анодного синтеза. Растворители применяемы в электрохимическом синтезе и их выбор.	12	4	-	4	4
6.	Нестандартные методики электрохимического синтеза.	12	4	-	4	4
	<i>Итого по дисциплине:</i>	97	34	-	34	29
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	20				
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,3				
	Подготовка к текущему контролю	26,7				
	Общая трудоемкость по дисциплине	144				

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины:

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1.	Теоретические основы синтеза неорганических и координационных соединений	Сущность понятия «Направленный синтез». Основные понятия координационной химии: комплексы, координационные соединения, донорные атомы, дентатность, амбидентатность, топичность, координационное число. Координационный полиэдр и его основные формы. Правило циклов Чугаева. Хелатный эффект. Концепция эффективного атомного номера. Классификация льюисовских кислот. Теория Пирсона. Неводные растворители в неорганической координационной химии. Сольваток комплексы. Классификации растворителей. Гидрофильно-липофильный баланс координированных лигандов и растворимость координационных соединений. Растворимость комплексных соединений ионного типа в зависимости от характера внешнесферного иона. Растворимость комплексных соединений в смешанных растворителях.	Устный опрос
2.	Методы направленного синтеза неорганических и координационных соединений	Обменное взаимодействие лигандов с солями металлов в растворе. Обмен лигандов. Реакции двойного обмена. Обмен металлов. Темплатный синтез. Синтез на матрице металла. Синтез при непосредственном взаимодействии лигандов и металлов. Газофазный синтез комплексных соединений. Методы увеличения реакционной способности металлов. Синтез комплексных соединений при использовании высокоактивных металлов Риеке. Механосинтез комплексных соединений лантаноидов: трибохимический синтез, синтез под действием микроволнового излучения, синтез под действием ультразвука.	Устный опрос

3.	Введение. История и становление электрохимического синтеза. Основные понятия и законы электрохимии.	Понятие о электрохимии как науки. Основные этапы становления и открытия. Открытие Вольта и Гальвани. Применение электрохимического синтеза в промышленности и науки. Понятие об электронах, электродах, химическом токе. Законы Фарадея. Законы Ома для электролитов.	Устный опрос
4.	Первичные и вторичные процессы при электрохимическом синтезе. Основные преимущества и недостатки электрохимического синтеза.	Основные процессы и стадии происходящие на электродах и приэлектродном пространстве при электрохимическом синтезе. Первичные и вторичные процессы. Перенос электронов и образование промежуточных соединений. Плотность тока. Скорость электродного процесса. Преимущества и недостатки электрохимического синтеза по сравнению с классическими методами. Пассивация электродов. Зависимость плотности тока от потенциала при растворении металла. Электрон как «химический реагент».	Устный опрос
5.	Аппаратное оформление анодного синтеза. Растворители применяемы в электрохимическом синтезе и их выбор.	Виды электрохимических ячеек: одно и двухэлектродные, бездиафрагменные ячейки и ячейки с перегородкой. Форма, размер и вид применяемых электродов. Плотность тока, температура синтеза. Применение ультразвука. Виды применяемых растворителей в электрохимическом синтезе. Электрохимическая устойчивость растворителей. Водные и неводные растворители. Влияние растворителя на комплексообразование. Диэлектрическая проницаемость, вязкость и температура кипения растворителей.	Устный опрос
6.	Нестандартные методики электрохимического синтеза.	Анодный синтез с использованием лиганда в качестве фонового электролита. Анодный синтез в среде лиганда. Электрохимический синтез с использованием ультразвука. Понятие об амальгамах и амальгамных электродах. Устройства электролизёра. Процессы происходящие на ртутных электродах. Понятие о анолите и католите. Преимущества и недостатки метода. Влияние параметров синтеза на скорость получения и виды продуктов. Выходы целевого продукта по веществу и по току. Подбор оптимальных параметров электросинтеза. Сравнительная характеристика с другими методами синтеза.	Устный опрос



### 2.3.2 Занятия семинарского типа

Семинарские занятия не предусмотрены.

### 2.3.3 Лабораторные занятия

№	Наименование раздела (темы)	Наименование лабораторных работ	Форма текущего контроля
1	2	3	4
1	Теоретические основы синтеза неорганических и координационных соединений	Влияние растворителя на состав синтезируемых комплексных соединений переходных металлов. Синтез неорганических соединений в смешанных растворителях.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
2	Методы направленного синтеза неорганических и координационных соединений	Синтез бензоатов тербия(III) и гадолиния(III). Синтез салицилатов тербия(III) и гадолиния(III). Синтез люминофора сульфида цинка.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
3	Введение. История и становление электрохимического синтеза. Основные понятия и законы электрохимии.	Получение вольтова столба. Движение ионов в электрическом поле. Влияние плотности тока на скорость электрохимической реакции. Электролиз растворов солей.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
4	Первичные и вторичные процессы при электрохимическом синтезе. Основные преимущества и недостатки электрохимического синтеза.	Гальванопластика и гальваностегия. Получение металлического кальция.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
5	Аппаратное оформление анодного синтеза. Растворители применяемы в электрохимическом синтезе и их выбор.	Влияние типа применяемой ячейки на продукты электрохимической реакции: получение гидроксида натрия и гипохлорита натрия. Влияние растворителя на продукты электрохимической реакции- водные и неводные растворители.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>
6	Нестандартные методики электрохимического синтеза.	Синтез в среде лиганда. Синтез с применением ультразвука. Электрохимическое применение эозина из флуоресцеина.	<i>Отчет по лабораторной работе</i>

### 2.3.4 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

1. Синтез и изучение строения и свойств координационных соединений d- и f-элементов современными физическими методами исследования.
2. Использование методов квантовой химии для расчета свойств координационных соединений и материалов на их основе.
3. Синтез и физико-химическое изучение координационных соединений включения, в том числе потенциальных фарм. препаратов.
4. Синтез, строение и свойства координационных соединений и соединений включения по данным ЯМР спектроскопии.
5. Получение новых материалов с включением наночастиц d- и f-элементов, изучение их оптических и магнитных свойств.
6. Синтез, строение и спектральные свойства комплексных соединений лантаноидов с функционализированными органическими лигандами.
7. Получение и изучение свойств тонкопленочных материалов на основе комплексов лантаноидов.
8. Использование методов молекулярной спектроскопии при исследовании свойств композиционных материалов.
9. Влияние структуры и состава гибридных органо-неорганических твердофазных систем на их функциональные свойства.
10. Анодный синтез люминесцирующих координационных соединений РЗЭ в координирующих растворителях.
11. Электрохимический синтез координационных соединений лантаноидов - эффективных люминофоров.

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	2	3
1.	Проработка учебного (теоретического) материала	1. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 1: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. 2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018.

		89 с.
2.	Подготовка к текущему контролю	<p>1. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 1: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.</p> <p>2. Методические рекомендации к организации аудиторной и внеаудиторной (самостоятельной) работы студентов: методические указания / сост. Т.П. Стороженко, Т.Б. Починок, А.В. Беспалов, Н.В. Лоза. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2018. 89 с.</p>

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии

Образовательные технологии: метод проблемного изложения материала; самостоятельное чтение студентами учебно-методической и справочной литературы и последующей свободной дискуссии по освоенному ими материалу. Использование, иллюстративных видеоматериалов с помощью мультимедийного оборудования. Технологии личностно-ориентированного обучения, позволяющие создавать индивидуальные образовательные технологии.

Перечисленные образовательные технологии реализуются:

- при чтении лекции с использованием мультимедийных презентаций;
- при проведении лабораторных работ включающих глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методики проведения работы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

## **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

### **4.1 Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Фонд оценочных средств включает контрольные материалы для проведения **текущего контроля** в форме устного опроса и отчетов по лабораторным работам и **промежуточной аттестации** в форме вопросов, ответов и задач к экзамену.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Код контролируемой компетенции и (или ее части)	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	Теоретические основы синтеза неорганических и координационных соединений.	ПК-1,ПК-4	Устный опрос № 1 Отчет по лабораторным работам: «Влияние растворителя на состав синтезируемых комплексных соединений переходных металлов». «Синтез неорганических соединений в смешанных растворителях».	Вопросы на экзамене 1-10
2	Методы направленного синтеза неорганических и координационных соединений.	ПК-1,ПК-4	Устный опрос № 2 Отчет по лабораторным работам: «Синтез бензоатов тербия(III) и гадолиния(III)». «Синтез салицилатов тербия(III) и гадолиния(III)». «Синтез люминофора сульфида цинка».	Вопросы на экзамене 11-18
3	Введение. История и становление электрохимического синтеза. Основные понятия и законы электрохимии.	ПК-1,ПК-4	Устный опрос № 3 Отчет по лабораторным работам: «Получение вольтова столба. Движение ионов в электрическом поле», «Влияние плотности тока на скорость электрохимической реакции», «Электролиз растворов солей».	Вопросы на экзамене 19-23,25 Задачи на экзамене 1-4,8,10,12
4	Первичные и вторичные процессы при электрохимическом синтезе. Основные преимущества и недостатки электрохимического синтеза.	ПК-1,ПК-4	Устный опрос № 4 Отчет по лабораторным работам: «Гальванопластика и гальваностегия», «Получение металлического кальция»	Вопросы на экзамене 24,26-29 Задачи на экзамене 5-7,9,11

5	Аппаратное оформление анодного синтеза. Растворители применяемы в электрохимическом синтезе и их выбор.	ПК-1,ПК-4	Устный опрос № 5 Отчет по лабораторным работам: «Влияние типа применяемой ячейки на продукты электрохимической реакции: получение гидроксида натрия и гипохлорита натрия», «Влияние растворителя на продукты электрохимической реакции - водные и неводные растворители».	Вопросы на экзамене 30-36
6	Нестандартные методики электрохимического синтеза.	ПК-1,ПК-4	Устный опрос № 6 Отчет по лабораторным работам: «Синтез в среде лиганда», «Синтез с применением ультразвука», «Электрохимическое озона из флуоресцеина».	Вопросы на экзамене 37-42

Код и наименование компетенций	Соответствие уровней освоения компетенции планируемым результатам обучения и критериям их оценивания		
	пороговый	базовый	продвинутый
	Оценка		
	Удовлетворительно /зачтено	Хорошо/зачтено	Отлично /зачтено
ПК-1 – Способен осуществлять стандартные операции по предлагаемым методикам, направленные на получение и исследование различных соединений и материалов;	<i>Знает – общие понятия, концепции, представления и теоретические аспекты прямого синтеза и основы физико-химических методов анализа координационных соединений</i>	<i>Знает, но допускает несущественные ошибки в определениях, и понятиях, теории прямого синтеза и основы физико-химических методов анализа координационных соединений</i>	<i>Знает – точные определения и понятия теоретических аспектов прямого синтеза и основ физико-химических методов анализа координационных соединений</i>
	<i>Умеет планировать химический эксперимент,</i>	<i>Умеет – но не достаточно полно применяет научный подход к</i>	<i>Умеет – и самостоятельно применяет научный подход к</i>

	<p>формировать научный подход к выбору методов синтеза соединений с заданными свойствами и их идентификацию совокупностью физико-химических методов</p>	<p>планированию химического эксперимента, формированию научного подхода к выбору методов синтеза соединений с заданными свойствами и их идентификацию совокупностью физико-химических методов</p>	<p>планированию химического эксперимента, формированию научного подхода к выбору методов синтеза соединений с заданными свойствами и их идентификацию совокупностью физико-химических методов</p>
	<p><i>Владеет, в достаточной мере приемами выбора оптимальных условий и параметров для получения и выделения целевого продукта и его исследования</i></p>	<p><i>Владеет – но в недостаточной мере, по мнению преподавателя, приемами выбора оптимальных условий и параметров для получения и выделения целевого продукта и его исследования</i></p>	<p><i>Владеет– и самостоятельно использует приемамы выбора оптимальных условий и параметров для получения и выделения целевого продукта и его исследования</i></p>
<p>ПК-4 – Способен прогнозировать свойства веществ и материалов в зависимости от химического строения и определять области возможного применения</p>	<p><i>Знает: общие понятия, теории фундаментальных разделов теоретической неорганической химии, химии элементов, электрохимии и физической химии</i></p>	<p><i>Знает – но допускает несущественные ошибки в определениях концепций, представлений, теорий фундаментальных разделов теоретической неорганической химии, химии элементов, электрохимии и физической химии</i></p>	<p><i>Знает – точные определения, концепции, представления и теории фундаментальных разделов теоретической неорганической химии, химии элементов, электрохимии и физической химии</i></p>
	<p><i>Умеет – в достаточной</i></p>	<p><i>Умеет – но не достаточно полно</i></p>	<p><i>Умеет – и самостоятельно</i></p>

	<i>мере</i> применять на практике теоретические знания, для планирования и проведения эксперимента	<i>применяет</i> на практике теоретические знания, для планирования и проведения эксперимента	<i>применяет</i> на практике теоретические знания, для планирования и проведения эксперимента
	<i>Владеет</i> в достаточной мере практическими приемами применения междисциплинарных знаний для решения поставленной задачи	<i>Владеет – но в недостаточной мере, по мнению преподавателя,</i> практическими приемами междисциплинарных знаний для решения поставленной задачи	<i>Владеет– и самостоятельно использует</i> практические приёмы междисциплинарных знаний для решения поставленной задачи

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы:**

### *Устный опрос*

**Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

#### Вопросы устного опроса № 1

1. Сущность понятия «Направленный синтез». Основные понятия координационной химии: комплексы, координационные соединения.
2. Основные понятия координационной химии: донорные атомы, дентатность, амбидентатность, топичность, координационное число. Координационный полиэдр и его основные формы.
3. Правило циклов Чугаева. Хелатный эффект.
4. Концепция эффективного атомного номера.
5. Классификация льюисовских кислот. Теория Пирсона.
6. Неводные растворители в координационной химии. Сольватоккомплексы.



7. Классификации растворителей.
8. Гидрофильно-липофильный баланс координированных лигандов и растворимость координационных соединений.
9. Растворимость комплексных соединений ионного типа в зависимости от характера внешнесферного иона.
10. Растворимость комплексных соединений в смешанных растворителях.

#### Вопросы устного опроса № 2

1. Обменное взаимодействие лигандов с солями металлов в растворе.
2. Обмен лигандов.
3. Реакции двойного обмена. Обмен металлов.
4. Темплатный синтез. Синтез на матрице металла.
5. Синтез при непосредственном взаимодействии лигандов и металлов
6. Газофазный синтез комплексных соединений
7. Методы увеличения реакционной способности металлов. Синтез комплексных соединений при использовании высокоактивных металлов Риеке
8. Механосинтез комплексных соединений лантаноидов: трибохимический синтез, синтез под действием микроволнового излучения, синтез под действием ультразвука.

#### Вопросы устного опроса № 3

1. Понятие электрохимии, её основные разделы, направления и применение.
2. Законы Фарадея. Дайте формулировки и запишите в математическом виде. Число Фарадея.
3. Основные понятия электрохимии: электролиз, электролит, анод, катод, ион, электрод, электрический ток, потенциал.
4. Электролиз, процессы происходящие при нём. Виды электролиза: электролиз расплава, электролиз раствора (указать особенности).

5. Проводимость электролитов. Закон Ома для электролитов. Плотность тока для сольватов.
6. Развитие электрохимического синтеза. Указать основные этапы его становления.

#### Вопросы устного опроса № 4

1. Первичные и вторичные процессы при электролизе.
2. Сущность электрохимического синтеза для получения комплексных соединений.
3. Последовательные стадии образования комплексного соединения при электрохимическом синтезе.
4. Энергия активации электрохимической. Факторы влияющие на неё.
5. Скорость электрохимической реакции и факторы влияющие на неё. Связь с электрохимической энергией активации, плотностью тока и потенциалом. Диаграмма зависимости плотности тока от потенциала при растворении металла.

#### Вопросы устного опроса № 5

1. Анодный и катодный электрохимический синтез.
2. Преимущества и недостатки электрохимического синтеза.
3. Условия предъявляемые к выбору растворителей и фоновых электролитов при электрохимическом синтезе.
4. Аппаратное оформление процессов электрохимического синтеза комплексных соединений.
5. Выбор оптимальных условий электрохимического синтеза.
6. Выбор растворителей для электрохимического синтеза. Водные и неводные растворители. Их подготовка к синтезу.
7. Влияние растворителей на комплексообразование. Учет диэлектрической проницаемости, вязкости, рабочей температуры, давление паров растворителей.

## Вопросы устного опроса № 6

1. Анодный синтез с использованием лиганда в качестве фонового электролита. Преимущества и недостатки.
2. Анодный синтез в среде лиганда. Преимущества и недостатки.
3. Электрохимический синтез с использованием биполярного амальгамного электрода. Аппаратное оформление, преимущества и недостатки.
4. Пассивация электродов, методы борьбы с пассивацией.
5. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием переменного тока.
6. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием ультразвука

### Критерии оценки:

Критерии	Оценка	Уровень
1) полное раскрытие вопроса; 2) указание точных названий и определений; 3) правильная формулировка понятий и категорий; 4) самостоятельность ответа, умение вводить и использовать собственные классификации и квалификации, анализировать и делать собственные выводы по рассматриваемой теме; 5) использование дополнительной литературы и иных материалов и др.	«отлично»	повышенный (продвинутый) уровень
1) недостаточно полное, по мнению преподавателя, раскрытие темы; 2) несущественные ошибки в определении понятий и категорий и т. п., кардинально не меняющих суть изложения; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников.	«хорошо»	базовый уровень
1) ответ отражает общее направление изложения лекционного материала и	«удовлетворительно»	пороговый уровень

материала современных учебников; 2) наличие достаточного количества несущественных или одной-двух существенных ошибок в определении понятий и категорий и т. п.; 3) использование устаревшей учебной литературы и других источников; 4) неспособность осветить проблематику учебной дисциплины и др.		
---	--	--

### *Отчеты по лабораторным работам*

**Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

#### **Перечень лабораторных работ**

- Влияние растворителя на состав синтезируемых комплексных соединений переходных металлов.
- Синтез неорганических соединений в смешанных растворителях.
- Синтез бензоатов тербия(III) и гадолиния(III).
- Синтез салицилатов тербия(III) и гадолиния(III).
- Синтез люминофора сульфида цинка.
- Получение вольтова столба.
- Движение ионов в электрическом поле.
- Влияние плотности тока на скорость электрохимической реакции.
- Электролиз растворов солей.
- Гальванопластика и гальваностегия.
- Получение металлического кальция.
- Влияние типа применяемой ячейки на продукты электрохимической реакции: получение гидроксида натрия и гипохлорита натрия.
- Влияние растворителя на продукты электрохимической реакции - водные и неводные растворители.
- Синтез в среде лиганда.

- Синтез с применением ультразвука.
- Электрохимическое эозина из флуоресцеина.

При выполнении данных работ обучающиеся оптимизируют параметры синтеза координационных соединений, а также модифицируют методики получения указанных веществ.

### Указания к составлению отчётов о выполнении работы

Все наблюдения и выводы по экспериментальной работе следует заносить в рабочий журнал, отражающий всю работу студента. На обложке или на первой странице журнала должны быть написаны фамилия студента, его инициалы, номер группы и название практикума. Записи в журнале производят только чернилами, лаконично, аккуратно, непосредственно после проведения опыта. Запись должна содержать:

1. Дату выполнения работы.
2. Название темы и название опыта
3. Последовательность проведения операций опыта.
4. Описание условий проведения опыта.
5. Рисунок или схему используемого прибора.
6. Уравнения всех происходящих в опытах реакций.
7. Изменение окраски веществ, выделение и характер осадка.
8. Расчеты, проводимые при выполнении работы.
9. Ответы на поставленные в руководстве вопросы.
10. Выводы.

### Критерии оценки

Критерии	Оценка	Уровень
Владение навыками планирования, прогнозирования и проведения химического эксперимента, безопасной работы в химической лаборатории; владение приемами разработки и реализации методов синтеза	зачтено	повышенный (продвинутый) уровень

<p>координационных соединений;  владение техникой эксперимента,  приемами измерения физических  величин с заданной точностью;  владение навыками работы на  приборах, анализа и интерпретации  полученных экспериментальных  результатов.</p>		
<p>Владение навыками проведения  химического эксперимента, безопасной  работы в химической лаборатории;  владение методами синтеза  координационных соединений;  владение техникой эксперимента,  приемами измерения физических  величин с заданной точностью;  владение навыками работы на  приборах, анализа и интерпретации  полученных экспериментальных  результатов.</p>	зачтено	базовый уровень
<p>Отсутствие владения навыками  химического эксперимента, безопасной  работы в химической лаборатории;  невладение методами синтеза  координационных соединений;  отсутствие владения техникой  эксперимента, приемами измерения  физических величин с заданной  точностью; отсутствие владения  навыками работы на приборах, анализа  и интерпретации полученных  экспериментальных результатов.</p>	не зачтено	уровень не сформирован

### ***Курсовая работа***

При изучении дисциплины предусматривается выполнение курсовых работ по тематикам, указанным в разделе 2.3.4.

### **Критерии оценки курсовой работы**

Курсовая работа, оформленная не в соответствии с предъявляемыми требованиями к структуре и оформлению курсовых работ, не принимается.

**Оценка «отлично»** выставляется при условии, что:

работа выполнена самостоятельно, носит творческий характер, возможно содержание элементов научной новизны;

собран, обобщен и проанализирован достаточный объем литературных источников;

при написании и защите работы студентом продемонстрирован высокий уровень развития профессиональных компетенций, теоретические знания и наличие практических навыков;

на защите освещены все вопросы исследования, ответы студента на вопросы профессионально грамотны, исчерпывающие.

**Оценка «хорошо»** ставится, если:

тема работы раскрыта, однако выводы и рекомендации не всегда оригинальны и / или не имеют практической значимости, есть неточности при освещении отдельных вопросов темы;

собран, обобщен и проанализирован необходимый объем литературы, но не по всем аспектам исследуемой темы сделаны выводы и обоснованы практические рекомендации;

· при написании и защите работы студентом продемонстрирован средний уровень развития профессиональных компетенций, наличие теоретических знаний и достаточных практических навыков;

в процессе защиты работы были неполные ответы на вопросы.

**Оценка «удовлетворительно»** ставится, когда:

тема работы раскрыта частично, но в основном правильно, допущено поверхностное изложение отдельных вопросов темы;

работа написана на базе очень небольшого количества источников, либо на базе устаревших источников, выводы и практические рекомендации не отражали в достаточной степени содержание работы;

при написании и защите работы студентом продемонстрирован удовлетворительный уровень развития профессиональных компетенций, поверхностный уровень теоретических знаний и практических навыков;

в процессе защиты студент недостаточно полно изложил основные положения работы, испытывал затруднения при ответах на вопросы.

**Оценка «неудовлетворительно»** ставится, если:

содержание работы не раскрывает тему, вопросы изложены бессистемно и поверхностно, нет анализа практического материала, основные положения и рекомендации не имеют обоснования;

работа не оригинальна, основана на одном или нескольких источниках;

при написании и защите работы студентом продемонстрирован неудовлетворительный уровень развития профессиональных компетенций;

на защите студент показал поверхностные знания по исследуемой теме, отсутствие представлений об актуальных проблемах по теме работы, плохо отвечал на вопросы.

**Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

**Зачетно-экзаменационные материалы  
для промежуточной аттестации (экзамен/зачет)**

**Вопросы для подготовки к экзамену  
Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

1. Сущность понятия «Направленный синтез». Основные понятия координационной химии: комплексы, координационные соединения.
  2. Основные понятия координационной химии: донорные атомы, дентатность, амбидентатность, топичность, координационное число. Координационный полиэдр и его основные формы.
  3. Правило циклов Чугаева. Хелатный эффект.
  4. Концепция эффективного атомного номера.
  5. Классификация льюисовских кислот. Теория Пирсона.
  6. Неводные растворители в координационной химии. Сольватоккомплексы.
  7. Классификации растворителей.
  8. Гидрофильно-липофильный баланс координированных лигандов и растворимость координационных соединений.
  9. Растворимость комплексных соединений ионного типа в зависимости от характера внешнесферного иона.
  10. Растворимость комплексных соединений в смешанных растворителях.
  11. Обменное взаимодействие лигандов с солями металлов в растворе.
  12. Обмен лигандов.
  13. Реакции двойного обмена. Обмен металлов.
  14. Темплатный синтез. Синтез на матрице металла.
  15. Синтез при непосредственном взаимодействии лигандов и металлов
  16. Газофазный синтез комплексных соединений
  17. Методы увеличения реакционной способности металлов. Синтез комплексных соединений при использовании высокоактивных металлов
- Риеке



18. Механосинтез комплексных соединений лантаноидов: трибохимический синтез, синтез под действием микроволнового излучения, синтез под действием ультразвука.
19. Понятие электрохимии, её основные разделы, направления и применение.
20. Законы Фарадея. Дайте формулировки и запишите в математическом виде. Число Фарадея.
21. Основные понятия электрохимии: электролиз, электролит, анод, катод, ион, электрод, электрический ток, потенциал.
22. Электролиз, процессы происходящие при нём. Виды электролиза: электролиз расплава, электролиз раствора (указать особенности).
23. Проводимость электролитов. Закон Ома для электролитов. Плотность тока для сольватов.
24. Первичные и вторичные процессы при электролизе.
25. Развитие электрохимического синтеза. Указать основные этапы его становления.
26. Сущность электрохимического синтеза для получения комплексных соединений.
27. Последовательные стадии образования комплексного соединения при электрохимическом синтезе.
28. Энергия активации электрохимической. Факторы влияющие на неё.
29. Скорость электрохимической реакции и факторы влияющие на неё. Связь с электрохимической энергией активации, плотностью тока и потенциалом. Диаграмма зависимости плотности тока от потенциала при растворении металла.
30. Анодный и катодный электрохимический синтез.
31. Преимущества и недостатки электрохимического синтеза.
32. Условия предъявляемые к выбору растворителей и фоновых электролитов при электрохимическом синтезе.
33. Аппаратное оформление процессов электрохимического синтеза комплексных соединений.

34. Выбор оптимальных условий электрохимического синтеза.
35. Выбор растворителей для электрохимического синтеза. Водные и неводные растворители. Их подготовка к синтезу.
36. Влияние растворителей на комплексообразование. Учет диэлектрической проницаемости, вязкости, рабочей температуры, давление паров растворителей.
37. Анодный синтез с использованием лиганда в качестве фонового электролита. Преимущества и недостатки.
38. Анодный синтез в среде лиганда. Преимущества и недостатки.
39. Электрохимический синтез с использованием биполярного амальгамного электрода. Аппаратное оформление, преимущества и недостатки.
40. Пассивация электродов, методы борьбы с пассивацией.
41. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием переменного тока.
42. Электрохимический синтез комплексных соединений с использованием ультразвука

### **Пример задачи к экзаменационным билетам**

#### **Компетенции проверяемые оценочным средством: ПК-1, ПК-4**

1. За какое время завершиться процесс электролиза  $\text{CuSO}_4$  концентрацией 2М, при силе тока 0,5А. Какая концентрация кислоты образуется после полного осаждения меди, если принять объем раствора равным 5 литрам.

**4.2 Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.**

#### **Методические рекомендации к сдаче экзамена**

1. Студенты обязаны сдать экзамен в соответствии с расписанием и учебным планом.
2. Экзамен по дисциплине преследует цель оценить работу студента за курс, получение теоретических знаний, их прочность, развитие творческого

мышления, приобретение навыков самостоятельной работы, умение применять полученные знания для решения практических задач.

3. Экзаменатору предоставляется право задавать студентам дополнительные вопросы по всей учебной программе дисциплины.

4. Результат сдачи экзамена заносится преподавателем в экзаменационную ведомость и зачетную книжку.

### **Критерии экзаменационной оценки по дисциплине**

**При оценке учитываются следующие качественные показатели ответов:**

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины (модуля)**

### **5.1 Основная литература:**

1. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 3: Химия переходных элементов. Кн. 1: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.
2. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 3:

Химия переходных элементов. Кн. 2: Учебник для студ. высш. учеб. заведений. / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. М.: Академия, 2007.

3. Ахметов, Н.С. Общая и неорганическая химия [Электронный ресурс] : учеб. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 752 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50684>. — Загл. с экрана.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и(или) «Юрайт».

## 5.2 Дополнительная литература

1. Неорганическая химия: В 3 т. / Под ред. Ю. Д. Третьякова. Т. 2: Химия непереходных элементов: Учебник для студ. высш. учеб. заведений / А. А. Дроздов, В. П. Зломанов, Г. Н. Мазо, Ф. М. Спиридонов. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.
2. Ахметов, Н.С. Лабораторные и семинарские занятия по общей и неорганической химии [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Н.С. Ахметов, М.К. Азизова, Л.И. Бадыгина. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2014. — 368 с. — Режим доступа: <https://e.lanbook.com/book/50685>. — Загл. с экрана.

## 5.3. Периодические издания:

1. Электрохимия
2. Журнал неорганической химии
3. Координационная химия

## 6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

На самостоятельную работу по дисциплине отводится 29 часов.  
Данный вид работы предусматривает:

Курсовая работа – 6 часов.

Подготовка к текущему контролю - 11 часов.

Срок выполнения - 1- 18 недели, формы контроля – устный опрос, отчет по лабораторным работам

Проработка учебного (теоретического) материала - 12 часов

Срок выполнения - 1- 18 недели, формы контроля – устный опрос.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## **7. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (модулю)**

### **7.1 Перечень информационных технологий.**

– Использование электронных презентаций при проведении лекционных занятий.

### **7.2 Перечень необходимого лицензионного программного обеспечения**

В процессе освоения дисциплины используется следующее программное обеспечение: Microsoft Windows, Microsoft Office (Word, Excel, PowerPoint).

### **7.3 Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем**

1. Справочно-правовая система «Консультант Плюс» (<http://www.consultant.ru>)
2. Портал открытых данных Российской Федерации <https://data.gov.ru>
3. База открытых данных Министерства труда и социальной защиты РФ <https://rosmintrud.ru/opendata>
4. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU <https://elibrary.ru/>
5. База данных Всероссийского института научной и технической информации (ВИНИТИ) РАН <http://www2.viniti.ru/>
6. Базы данных в сфере интеллектуальной собственности, включая патентные базы данных [www.rusnano.com](http://www.rusnano.com)
7. Базы данных и аналитические публикации «Университетская информационная система РОССИЯ» <https://uisrussia.msu.ru/>
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов. URL: <http://fcior.edu.ru/>.
9. Российский образовательный портал. URL: <http://www.school.edu.ru/>
10. Интернет сайты ведущих государственных ВУЗов и научных организаций РФ: МГУ, СПбГУ, РХТУ, НГУ, КубГУ, РАН РФ и др.
11. Зарубежные ведущие научные и учебные центры: NBS USA, MTI UK, ChLab Japan, NSRDS и др.
12. Химический каталог: химические ресурсы Рунета <http://www.ximicat.com/>
13. Портал фундаментального химического образования России <http://www.chemnet.ru>

14. Химик: сайт о химии для химиков <http://www.xumuk.ru/>  
 15. Химический сервер <http://www.Himhelp.ru>

### 8. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

№	Вид работ	Наименование учебной аудитории, ее оснащенность оборудованием и техническими средствами обучения
1	Лекционные занятия	Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа, оснащенная комплектом учебной мебели, меловой доской и переносным мультимедийным оборудованием (аудитория 439С)
2	Лабораторные работы	Учебная лаборатория, укомплектованная специализированной мебелью, вытяжной системой вентиляции, меловыми досками, средствами пожарной безопасности и оказания первой медицинской помощи, лабораторным оборудованием: весы теххимические, электрические плитки, наборы химической посуды и реактивов, магнитные мешалки с подогревом ММ-135Н «Таглер», рН-метр «Эксперт-001-3.04», спектрофотометр В-1100 ЭКОВЬЮ, лабораторный источник питания ПРОФКИП Б5-71/1М, весы аналитические Adventurer Pro AV114С (аудитория 430С)
3	Самостоятельная работа	Кабинет для самостоятельной работы, оснащенный компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспеченный доступом в электронную информационно-образовательную среду университета (аудитория 431С)
4	Групповые (индивидуальные) консультации, текущий контроль, промежуточная аттестация	аудитория 136С